

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-054048

(43)Date of publication of application : 26.02.1999

(51)Int.Cl.

H01J 11/02

H01J 9/02

H01J 9/395

(21)Application number : 09-207527

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 01.08.1997

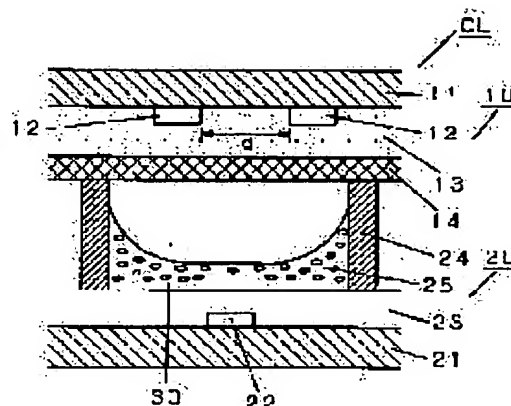
(72)Inventor : AOKI MASAKI
SUZUKI SHIGEO
TANAKA HIROYOSHI

(54) PLASMA DISPLAY PANEL AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the secondary electron emitting coefficient of a protecting layer to reduce the discharge voltage and improve the emission luminance by covering a dielectric glass layer with a protecting layer consisting of diamond-like carbon (amorphous diamond).

SOLUTION: A front panel 10 is manufactured by forming a discharge electrode (display electrode) 12 on a front glass base 11, covering the surface with a lead-based dielectric glass layer 13, and forming a diamond-like carbon protecting layer 14 on the surface of the dielectric glass layer 13. The protecting layer 14 has an amorphous membrane structure consisting of diamond-like carbon. The protecting layer 14 consisting of diamond-like carbon is formed by use of plasma CVD or plasma torch CVD. In the plasma CVD by use of a CVD device, for example, the glass base is heated at a prescribed temperature, and a plasma is then generated in the device body by reducing the pressure and applying a high frequency electric field, and the protecting layer 14 is formed while carrying a gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of
rejection][Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートと、第 2 の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとが、前記誘電体ガラス層及び蛍光体層を対向させた状態で配され、前記フロントカバープレート及びバックプレートの間に隔壁で仕切られた放電空間が形成されたプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体ガラス層は、ダイヤモンド状カーボン（非晶質状ダイヤモンド）から成る保護層で被覆されていることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 2】第 1 の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートと、第 2 の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとが、前記誘電体ガラス層及び蛍光体層を対向させた状態で配され、前記フロントカバープレート及びバックプレートの間に隔壁で仕切られた放電空間が形成されたプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体ガラス層は、不純物イオンとして、窒素（N）、燐（P）、硼素（B）の不純物イオンを含むダイヤモンド状カーボン（非晶質状ダイヤモンド）から成る保護層が被覆されていることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 3】第 1 の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートの誘電体ガラス層に、プラズマ CVD 法またはプラズマトーチ CVD 法により、ダイヤモンド状カーボン（非晶質状ダイヤモンド）保護層を形成する第 1 ステップと、前記ダイヤモンド状カーボン（非晶質状ダイヤモンド）保護層が形成されたフロントカバープレートと、第 2 の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとを対向して配すると共に、前記フロントカバープレート及びバックプレートの間に形成される放電空間内にガス媒体を封入する第 2 ステップとを備えることを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 4】前記第 1 のステップは、10 Pa～300 Pa の反応容器内圧力でのプラズマ化学蒸着法（プラズマ CVD 法）またはプラズマトーチ CVD 法により、メタン（ CH_4 ）、エチレン（ C_2H_4 ）、メタノール（ CH_3OH ）のいずれか一種と水素（ H_2 ）の混合ガスを用いて保護層を形成することを特徴とする請求項 3 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 5】前記第 1 ステップは、10 Pa～300 Pa の反応容器内圧力でのプラズマ CVD 法又は、プラズマトーチ CVD 法により、メタン（ CH_4 ）、エチレン（ C_2H_4 ）、メタノール（ CH_3OH ）のいずれか一種とフォスフィン（ PH_3 ）、ジボラン（ B_2H_6 ）、窒素（ N_2 ）のいずれか一種および水素（ H_2 ）の 3 元混合ガスを用いて保護層を形成することを特徴とする請求項 3 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 6】第 1 の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートの誘電体ガラス層に、燐（P）、ホウ素（B）、窒素（N）の不純物イオンが含有されたダイヤモンド状カーボン（非晶質状ダイヤモンド）保護層を形成する第 1 ステップと、前記ダイヤモンド状カーボン保護層が形成されたフロントカバープレートと、第 2 の電極および蛍光体層が配置されたバックプレートとを対向して配すると共に、前記フロントカバープレート及びバックプレートの間に形成される放電空間内に、ガス媒体を封入する第 2 ステップとを備えることを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 7】ダイヤモンド状カーボン（非晶質状ダイヤモンド）から成る保護層で被覆された誘電体ガラス層及び第 1 の電極が配設されたフロントカバープレートと、第 2 の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとが、前記誘電体ガラス層及び蛍光体層を対向させた状態で配され、前記フロントカバープレート及びバックプレートの間に隔壁で仕切られた放電空間が形成されたプラズマディスプレイパネルと、前記プラズマディスプレイパネルに画像を表示する手段を少なくとも備えた画像表示装置。

【請求項 8】不純物イオンとして、窒素（N）、燐（P）、硼素（B）の不純物イオンを含むダイヤモンド状カーボン（非晶質状ダイヤモンド）から成る保護層が被覆された誘電体ガラス層及び第 1 の電極が配設されたフロントカバープレートと、第 2 の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとが、前記誘電体ガラス層及び蛍光体層を対向させた状態で配され、前記フロントカバープレート及びバックプレートの間に隔壁で仕切られた放電空間が形成されたプラズマディスプレイパネルと、前記プラズマディスプレイパネルに画像を表示する手段を少なくとも備えた画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表示デバイスなどに用いられ、特に、プラズマディスプレイパネルの放電開始電圧の低圧化を図り、パネルの高品位化を実現するプラズマディスプレイパネル及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、ハイビジョンをはじめとする高品位で大画面のテレビに対する期待が高まっている中で、CRT、液晶ディスプレイ（以下、LCD と記載する）、プラズマディスプレイパネル（Plasma Display Panel、以下 PDP と記載する）といった各ディスプレイの分野において、これに適したディスプレイの開発が進められている。

【0003】従来からテレビのディスプレイとして広く用いられている CRT は、解像度・画質の点で優れてい

るが、画面の大きさに伴って奥行き及び重量が大きくなる点で40インチ以上の大画面には不向きである。また、LCDは、消費電力が少なく、駆動電圧も低いという優れた性能を有しているが、大画面を作製するのに技術上の困難性があり、視野角にも限界がある。

【0004】これに対して、PDPは、小さい奥行きでも大画面を実現することが可能であって、既に40インチクラスの製品も開発されている。

【0005】PDPは、大別して直流型(DC型)と交流型(AC型)とに分けられるが、現在では大型化に適したAC型が主流となっている。

【0006】従来の一般的な交流面放電型PDPの概略構成は、フロントカバープレート上に一對の表示電極(放電電極)が配設され、その上を鉛ガラス[PbO-B₂O₃-SiO₂ガラス]からなる誘電体ガラス層およびMgOからなる保護膜で覆われている。

【0007】また、バックプレート上には、アドレス電極が配され、その上に前記誘電体ガラス層と同じ組成の誘電体ガラス層と隔壁と、赤または緑または青の紫外線励起蛍光体からなる蛍光体層とが配設され、誘電体ガラス層、隔壁に囲まれた放電空間内には放電ガスが封入されている。なお、表示電極とアドレス電極とは通常、直交して設けられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このようなPDPにおいて、以下に述べるように、輝度及び放電電圧(回路の駆動電圧)に対する課題がある。

【0009】40～42インチクラスのテレビ用のPDPにおいて、NTSCの画素レベル(画素640×480個、セルピッチ0.43mm×1.29mm、1セルの面積0.55mm²)の場合、現在150～250cd/m²程度の画面輝度が獲られている(機能材料1996年2月号Vol.16, No.2 ページ7参照)。

【0010】これに対して、近年期待されているフルスペックの42インチクラスのハイビジョンテレビでは、画素数が1920×1125で、セルピッチは0.15mm×0.48mmとなる。この場合、1セルの面積は0.072mm²であって、NTSCの場合と比べて1/7～1/8となるため、42インチのハイビジョンテレビ用のPDPを、従来通りのセル構成で作製した場合、画面の輝度は30～40cd/m²程度に低下することが予想される。

【0011】従って、42インチのハイビジョンテレビ用のPDPにおいて、現行のNTSCのCRT並の明るさ(500cd/m²)を得ようとするれば、各セルの輝度を12～15倍程度に向上させることが必要となる。又、放電開始電圧もセル面積が小さくなるに従って上昇して行く。

【0012】このような背景のもとで、PDPのセルの輝度向上および放電開始電圧を低減させる技術が望まれ

ている。

【0013】PDPの発光原理は、基本的に蛍光灯と同様であって、放電に伴って放電ガスから紫外線が放出され、この紫外線によって赤、緑、青の蛍光体が励起発光されるが、放電エネルギーの紫外線への変換効率や、蛍光体における可視光への変換効率が低いので、蛍光灯のように高い輝度を得ることは難しい。

【0014】この点に関して、応用物理Vol.51, No.3 1982年 ページ344～347には、He-Xe, Ne-Xe系のガス組成のPDPにおいて、電気エネルギーの約2%しか紫外線放射に利用されておらず、最終的に可視光に利用されるのは0.2%程度ということが記載されている(光学技術コンタクトVol.1.34, No.1 1996年 ページ25, FLAT PANEL DISPLAY 96' Part 5-3, NHK 技術研究第31巻第1号 昭和54年 ページ18参照)。

【0015】ところで、前述した誘電体ガラス層の保護層としては、耐スパッタリング性に優れたものであることが必要であるが、放電エネルギーの紫外線への変換効率を上げるためには又放電電圧を低くするためにも、その2次電子放出係数が高いことも重要である。

【0016】従来からこのような条件をある程度満たすものとしてMgOが広く用いられている(例えば特開平5-211031号公報)が、更に、2次電子放出係数の高いものとして結晶質ダイヤモンドを用いたPDPが検討されている(例えば、特開平8-339767号公報)。

【0017】そこで本発明は、保護層の2次電子放出係数を向上させることによって、放電電圧を低くし、かつ、発光輝度に優れたプラズマディスプレイパネルを提供し、加えて、その製造方法を提供することを目的としてなされたものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、第1の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートと、第2の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとが、前記誘電体ガラス層及び蛍光体層を対向させた状態で配され、前記フロントカバープレート及びバックプレートの間に隔壁で仕切られた放電空間が形成されたプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体ガラス層には、ダイヤモンド状カーボン(非晶質ダイヤモンド)から成る保護層が被覆されていることを特徴とする。

【0019】ここでダイヤモンド状カーボン(DLC)あるいは、非晶質ダイヤモンドというのは、X線的にはダイヤモンド構造をしていない非晶質のカーボン原子の集まりであるが、例えばフーリエ変換型の赤外吸収スペクトル(FTIR)等の分析によると、局所的にダイヤモンド状の結晶構造を持っているカーボン原子の集合体の

ことである。したがって、ダイヤモンドの結晶より硬度は、落ちるがダイヤモンドより柔軟性に富んだ膜を形成できる。

【0020】当該構成を有するプラズマディスプレイパネルは、第1の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートと誘電体ガラス層に、ダイヤモンド状カーボン（非晶質ダイヤモンド）保護層を形成する第1ステップと、非晶質状ダイヤモンド保護層が形成されたフロントカバープレートと、第2の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとを対向して配すると共に、前記フロントカバープレート及びバックプレートの間に形成される放電空間内にガス媒体を封入する第2ステップとを備える方法で製造することができる。

【0021】また、上記目的を達成するために、第1の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートと、第2の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとが、前記誘電体ガラス層及び蛍光体層を対向させた状態で配され、前記フロントカバープレート及びバックプレートとの間に隔壁で仕切られた放電空間が形成されたプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体ガラス層には、磷（P）、ホウ素（B）、窒素（N）が添加（ドーピング）されたダイヤモンド状カーボンから成る保護層が被覆されていることを特徴とする。

【0022】この構成のプラズマディスプレイパネルは、第1の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートの誘電体ガラス層に、プラズマCVD法やプラズマトーチCVD法によるダイヤモンド状カーボン（非晶質ダイヤモンド）保護層を形成する第1ステップと、前記ダイヤモンド状カーボン保護層が形成されたフロントカバープレートと、第2の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとを対向して配すると共に、フロントカバープレート及びバックプレートの間に形成される放電空間内にガス媒体を封入する第2ステップとを備える方法によって製造することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

【はじめに】はじめに、本発明について概説する。まず保護層の二次電子放出係数を向上させる一般的な方法は、真空蒸着法にてMgO層を形成することである。本発明はダイヤモンド状カーボン膜を保護層にすることによって、従来のMgO保護層より二次電子放出率が向上し、したがって、放電開始電圧が低下する。その理由は、一般に結晶質ダイヤモンドは、負性電子親和力を持っており、二次電子放出係数が大きいと考えられているからである（例えば 応用物理、第66巻、第3号、1997年、PP236～238、表面科学Vol. 17, No. 2, PP724～730, 1996年）。

【0024】したがって、表示電極と放電空間との間にダイヤモンドが介在すると、電界によって二次電子が放電空間に多量に放出され、放電開始電圧が下る（例え

ば、特開平8-339767号公報）。

【0025】しかしながら従来例の結晶質のダイヤモンドは、硬度が高くビッカース硬度で10000以上あって、硬いがもろい。又、その熱膨張係数が $45 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と低いため。PDPに用いられているソーダガラスや高歪点ガラス（例えば PD-200, 旭ガラス

（株）製の熱膨張係数 $84 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の約1/2であるため、誘電体ガラス層（熱膨張係数 $80 \sim 82 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ）上に成膜されると、熱歪により誘電体膜または、ダイヤモンド膜上にクラックが入ってしまい、放電開始電圧（Vf）の低下度合が高々15ボルト程度でしかない（クラックのため下地誘電体中の酸化鉛が析出するため、放電開始電圧があまり下らない（例えば、特開平8-339767号公報））。

【0026】一方、ダイヤモンド状カーボン（非晶質ダイヤモンド）膜は、結晶性ダイヤモンド膜と比べて非晶質（アモルファス）状になっているため、ダイヤモンド膜ほど硬くはなく（ビッカース硬度5000～6000）、非晶質であるため結晶質ダイヤモンドのように結晶の異方性もなく、膜に柔軟性がありしかも、熱膨張係数が $50 \sim 60 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ と結晶質ダイヤモンドよりも高いために、誘電体ガラス層の保護膜として使用してもクラックが入ることがない。

【0027】又非常に局所的には（ミクロには）ダイヤモンド構造の結合を持っているために、二次電子の放出係数が大きく、したがって従来の結晶性ダイヤモンド膜よりも放電開始電圧が低下する。特に磷（P）、ホウ素（B）、窒素（N）を添加した、ダイヤモンド状カーボン膜は二次電子の放出率が大きいためより放電開始電圧が低下する。

【0028】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【実施の形態1】

（PDPの全体的な構成及び製法）図1は、本実施の形態に係る交流面放電型PDPの概略断面図である。なお、図1ではセルCLが1つだけ示されているが、赤、緑、青の各色を発光するセルが多数配列されてPDPが構成されている。

【0029】このPDPは、前面ガラス基板（フロントカバープレート）11上に放電電極（表示電極）12と誘電体ガラス層13が配された前面パネル10と、背面ガラス基板（バックプレート）21上にアドレス電極22、誘電体ガラス層23、隔壁24、蛍光体層25が配された背面パネル20とを張り合わせ、前面パネル10と背面パネル20の間に形成される放電空間30内に放電ガスが封入された構成となっており、以下に示すように作製される。なお、図1では便宜上断面で示しているが、放電電極12とアドレス電極22とは実際には直交して設けられている。

【0030】前面パネル10の作製：前面パネル10

は、前面ガラス基板11上に放電電極（表示電極）12を形成し、その上を鉛系の誘電体ガラス層13で覆い、更に誘電体ガラス層13の表面上にダイヤモンド状カーボン保護層14を形成することによって作製する。

【0031】本実施の形態では、放電電極12は銀電極であって、銀電極用のペーストをスクリーン印刷した後焼成する方法で形成する。また、鉛系の誘電体ガラス層13の組成は、酸化鉛〔PbO〕75重量%、酸化硼素〔B₂O₃〕15重量%、酸化珪素〔SiO₂〕10重量%であって、スクリーン印刷法と焼成によって形成する。

【0032】保護層14は、ダイヤモンド状カーボンから成りアモルファス（非晶質）状をした膜構造となっている。

【0033】本実施の形態では、プラズマCVD法あるいは、プラズマトーチCVD法を用いてダイヤモンド状カーボンから成る保護層を形成する。具体的なCVD法による保護層の形成方法については、後述する。

【0034】背面パネル20の作製：背面ガラス基板21上に、銀電極用のペーストをスクリーン印刷しその後焼成する方法によってアドレス電極22を形成し、その上に前面パネル10の場合と同様にスクリーン印刷法と焼成によって鉛系の誘電体ガラス層23を形成する。

【0035】そして、ガラス製の隔壁24を所定のピッチで固着する。そして、隔壁24に挟まれた各空間内に、赤色蛍光体、緑色蛍光体、青色蛍光体の中の1つを配設することによって蛍光体層25を形成する。各色の蛍光体としては、一般的にPDPに用いられている蛍光体を用いることができるが、ここでは次の蛍光体を用いる。

【0036】

「赤色蛍光体」：(Y_xGd_{1-x})BO₃：Eu³⁺

「緑色蛍光体」：BaAl₁₂O₁₉：Mn

「青色蛍光体」：BaMgAl₁₀O₁₇：Eu²⁺

パネル10及び20張り合わせによるPDPの作製：次に、前述のように作製した前面パネル10と背面パネル20とを封着用ガラスを用いて放電電極とアドレス電極とが直交するように張り合せると共に隔壁24で仕切られた放電空間30内を高真空（8×10⁻⁷Torr）に排気した後、所定の組成の放電ガスを所定の圧力で封入することによってPDPを作製する。

【0037】なお、本実施の形態では、PDPのセルサイズは、40インチクラスのハイビジョンテレビに適合するよう、セルピッチを0.2mm以下、放電電極12の電極間距離dを0.1mm以下に設定する。

【0038】また、封入する放電ガスの組成は、従来から用いられているNe-Xe系であるが、Xeの含有量を5体積%以上に設定するとともに、封入圧力は500に設定することによりXeの濃度を高め、セルの発光輝度の向上を図っている。

【0039】（プラズマCVD法による保護層14の形成について）図2は、保護層14を形成する際に用いるCVD装置40の概略図である。

【0040】このCVD装置40は、プラズマCVDを行うことができるものであって、CVD装置本体45の中には、ガラス基板47（図1における放電電極12及び誘電体ガラス層13を形成した前面ガラス基板11）を加熱するヒータ部46が設けられ、プラズマCVD装置本体45内は排気装置49で減圧にすることができるようになっている。また、プラズマCVD装置本体45の中にプラズマを発生させるための高周波電源48が設置されている。

【0041】H₂ガスボンベ41は、反応ガスである水素〔H₂〕ガスを、CVD装置本体45に供給するものである。

【0042】気化器42は、ダイヤモンド状カーボンの原料（ソース）となるメタン、エチレン、メタノールのいずれか一種を蓄えるガスボンベであり、これらのガスの少なくとも1種のガスをCVD装置本体45に供給するものである。又、気化器44は添加剤（不純物イオン）である窒素、燐、硼素の原料となるN₂、PH₃、BH₃のうちのいずれか一種のガスを蓄えるボンベであり、これらのガスの少なくとも一種のガスをCVD装置本体45に供給するものである。

【0043】（1）プラズマCVD法

上記構成のCVD装置40を用いて、プラズマCVDを行う場合も、ヒータ部46によるガラス基板47の加熱温度は250～300℃程度（以下各表の「ガラス基板の加熱温度」の欄を参照。）に、排気装置49を用いて10～300Paに減圧し、高周波電源48を駆動して、例えば、13.56MHzの高周波電界を印加することにより、CVD装置本体45内にプラズマを発生させガスを流しながら、ダイヤモンド状カーボンからなる保護層14を形成する。

【0044】気化器42、44から供給するソースとしては、例えば、メタン（CH₄）、エチレン（C₂H₄）、メタノール（CH₃OH）の原料ガスおよび、不純物イオンの添加剤としての窒素（N₂）、フォスフィン（PH₃）、ジボラン（BH₃）を挙げることが出来る。

【0045】このようなソースを用いて、プラズマCVD法で保護層を形成することにより、ダイヤモンド状カーボン（非晶質ダイヤモンド）から成る保護層が形成される。ここで、ガス圧を前記のように10～300Paという圧力にコントロールすることによりダイヤモンド状カーボン膜が効率良く、誘電体ガラス上に析出し、二次電子の放出率の高い保護層を形成することが出来る。

【0046】なお、二次電子放出率の高いダイヤモンド状カーボン膜を得るには、ダイヤモンドカーボン膜の成長初期に安定核が均一にガラス基板に付着するような反

応条件に設定することが望ましいと考えられ、このような反応条件としてはCVD装置40の反応容器内の圧力を上記のような圧力に設定する他、原料のH₂に対する濃度、ガラス基板を載置する反応容器内の温度あるいは反応時間などの条件が挙げられる。

【0047】また、不純物イオンとしての添加量は、10ppm～1000ppmが望ましく、10ppm以下では放電開始電圧の低減効果が少なく、1000ppmをこえると、ダイヤモンド状カーボン膜の絶縁性が低下してしまい、電子の放出量が少なくなり、したがって放電電圧の低下が見られなくなるので好ましくない。

【0048】(2) (プラズマトーチCVD法について)

図3は前記保護層14を形成する際に用いるプラズマトーチCVD装置の概略図である。このプラズマトーチCVD装置は、プラズマトーチ406の高温中での化学反応を利用して、ダイヤモンド状カーボン膜を形成するものである。なお、PDPパネルの隔壁を形成する際には、プラズマ溶射装置をもちいれればよい。

【0049】図3において、401は陰極、402は陽極、403は電源、404は直流アーク、405は原料ガス導入口、406はプラズマトーチ、407はノズル、408はガラス基板、409は誘電体ガラスである。

【0050】先づ、背面ガラス基板408上にアドレス電極（銀電極）を銀ペーストを用いて、スクリーン印刷法にて印刷し、その後焼成することによりアドレス電極を形成する。

【0051】次に陰極401と陽極402の間に電源403を用いて、電界を印加しながら直流アーク404を発生させ、原料ガス（メタン、エチレン、エタノールの

うちいずれか一種と水素の混合ガス）を原料ガス導入口405から流して、プラズマトーチ406を生成させる。

【0052】（保護層14による効果）従来の真空蒸着法（EB法）によって形成した保護層は、X線解析によると、MgO結晶が（111）面配向となっている。

【0053】これに比べ、前記のようにガス圧を10Pa～300Paでコントロールしメタン、メチレン、メタノールのいずれか一種と水素の混合ガスを流して作成したダイヤモンド状カーボン保護層あるいは、同じガスをプラズマトーチ中に流して作成したダイヤモンド状カーボン保護層は、すべて非晶質（アモルファス）であるが非常にミクロに見れば（局所的には）カーボン原子がダイヤモンド構造であるSP³結合を形成している。したがって、非晶質であるがミクロに見ればダイヤモンド状カーボンは、負性電子親和力を持っており、したがって二次電子放出係数が大きい。又、磷（P）、ホウ素（B）、窒素（N）を添加することにより一層二次電子放出係数が大きくなると考えられる。

【0054】このことがPDPの放電電圧（放電開始電圧や放電維持電圧）の低下及び発光輝度の向上に大きく寄与するものと言える。

【0055】（保護層14による理論的な根拠）保護層の2次電子放出係数 γ を大きくすれば、セルの発光輝度を向上させることができ、かつ、放電電圧を低くすることができることを以下理論的に説明する。

【0056】まず、放電電圧 V_f （ここでは放電開始電圧）と保護増の2次電子放出係数 γ との間に次式のような関係がある点に着眼した。

【0057】

【数1】

$$V_f = \frac{E}{\alpha} \ln \left(\frac{1}{\gamma} + 1 \right) \quad (1)$$

（但し、 E または α は、ガスの種類によって決まる定数である。）
【0058】この式(1)は、放電開始電圧（ V_f ）が封入ガスとカソード材（ダイヤモンド状カーボンやMgO等）のプラズマ中のイオン衝撃による2次電子放出係数 γ に依存していることを示す V_f と γ の関係式である。

【0059】この式(1)から γ が大きければ大きいほど V_f は小さくなる（例えばプラズマディスプレイ、共立出版 1983年 pp43）ことが分かる。なお、この式(1)は、放電維持電圧に関しても同様に成立する。

【0060】つまり、誘電体ガラス表面に被覆されてい

る保護層の γ 値を大きくすることにより、発光輝度を向上させ、かつ、放電開始電圧 V_f を低下させることができる。

【0061】

【実施例】

【実施例1～10】

【0062】

【表1】

試料 番号	保護層の 形成方法	原料ガスの 種類	添加ガスの 種類と流量	反応時の ガス圧 (Pa)	ガラス基板 加熱温度 (℃)	添加 ガスの 温度	膜の状態	封入する 放電 ガス組成	封入 ガス圧 (Torr)	放電開始 電圧V _f (ボルト)	パネル輝度 (cd/m ²)
1	プラズマ CVD法	CH ₃ +H ₂	なし	10	250	なし	アモルファス	Ne(95), Xe(5)	500	150	502
2	"	C ₂ H ₄ +H ₂	なし	50	"	"	"	"	"	148	508
3	"	CH ₃ OH+H ₂	なし	300	"	"	"	"	"	145	495
4	"	CH ₃ +H ₂	PH ₄ 0.2cc/分	50	"	(P) 100ppm	"	"	"	140	505
5	"	C ₂ H ₄ +H ₂	BH ₄ 2cc/分	100	"	(B) 100ppm	"	"	"	138	509
6	"	CH ₃ OH+H ₂	N ₂ 10 cc/分	200	"	(N) 100ppm	"	"	"	142	501
7	プラズマ トーチ CVD法	CH ₃ +H ₂	PH ₄ 0.4cc/分	常圧	300	(P) 50ppm	"	"	"	139	508
8	"	C ₂ H ₄ +H ₂	BH ₄ 4cc/分	"	"	(B) 200ppm	"	"	"	145	500
9	"	CH ₃ OH+H ₂	N ₂ 1cc/分	"	"	(N) 100ppm	"	"	"	140	504
10	"	CH ₃ +H ₂	なし	"	"	なし	"	"	"	148	500
11*	真空蒸着	MgO					MgO	"	"	175	350
12*	プラズマ CVD	結晶性ダイヤモンド					ダイヤモンド	"	"	160	360

* 試料番号No. 11, 12は比較例

【0063】(表1)に示した試料No. 1~10のPDPは、上記実施の形態1に基づいて作製したダイヤモンド状カーボン保護層を有するものであって、PDPのセルサイズは、42インチのハイビジョンテレビ用のディスプレイに合わせて、隔壁24の高さは0.15mm、隔壁24の間隔(セルピッチ)は0.15mmに設定し、放電電極12の電極間距離dは0.05mmに設定した。

【0064】鉛系の誘電体ガラス層13は、75重量%の酸化鉛[PbO]と15重量%の酸化硼素[B₂O₃]と10重量%の酸化珪素[SiO₂]と有機バインダー[α-ターピネオールに10%のエチルセルローズを溶解したもの]とを混合してなる組成物を、スクリーン印刷法で塗布した後、520℃で10分間焼成することによって形成し、その膜厚は20μmに設定した。

【0065】放電ガスにおけるNeとXeの比率及び封入圧力は、(表1)の各該当欄に示す条件に設定した。

【0066】ダイヤモンド状カーボン保護層の形成方法については、試料No. 1~6では保護層をプラズマCVD法で形成し、試料No. 7~10では保護層をプラズマトーチCVD法で形成した。

【0067】又、試料No. 1, 4, 7, 10ではCH₄(メタン)を、試料No. 2, 5, 8ではC₂H₄(エチレン)を、試料No. 3, 6, 9ではCH₃OH(エタノール)をソースとして用いた。

【0068】また、気化器の温度、ガラス基板47の加熱温度は、(表1)の各欄に示す条件に設定して作製した。

【0069】尚、プラズマCVD法の場合、反応容器の

圧力を10Pa~300Paとし、CH₄、C₂H₄、CH₃OHガスの流量は1L/分、水素の流量は2L/分、不純物ガスの流量は0.2cc/分~4cc/分として、共に1分間流し、膜形成速度は1.0μm/分に調整し、ダイヤモンド状カーボン保護膜の厚さは1.0μmに設定した。

【0070】プラズマトーチCVD法の場合、反応容器の圧力を常圧(10万Pa)としCH₄、C₂H₄、CH₃OHガスの流量は1L/分、水素の流量は2L/分、不純物ガスの流量は0.2cc/分~4cc/分として共に1分間流し、電源電力の印加は3KWで1分間行い、膜形成速度は0.9μm/分に調整し、形成するダイヤモンド状カーボン保護層の厚さは0.9μmに設定した。

【0071】このような形成した試料No. 1~10の保護層をX線解析した結果、試料すべてアモルファスであるが、FTIRの解析結果すべてSP³のダイヤモンド構造が形成されていることが確認された。

【0072】試料No. 11, 12は比較例のPDPであって、試料No. 11はMgO保護層を表1に示すように形成したものである。試料No. 12は従来結晶性ダイヤモンドを形成したものである。

【0073】(パネルの放電開始電圧V_f、放電維持電圧Vおよびパネル輝度の測定)パネルの放電開始電圧V_fは放電電極(表示電極)間に交流電源を接続し、電圧を除々に印加し、放電が開始する時の電圧であり、また放電維持電圧Vは、放電開始後に電圧を下げていき、放電が消滅する直前の電圧である。

【0074】また、パネル輝度については、パネル全面

が点灯している時の放電維持電圧で測定し、周波数30 KHzで駆動させた時の輝度を測定した。これらの結果は表1に示されている。

【0075】本発明に係る試料No. 1～10のPDPは、放電開始電圧V_f及び放電維持電圧V_{何れもの}が比較例の試料No. 11, 12のPDPよりも低く、又パネル輝度も向上しているのがわかる。

【0076】これは試料No. 1～10のPDPで2次電子放出量が多くなったことを裏付けている。

【0077】尚、上記各プラズマディスプレイパネルに画像を表示する手段、例えば駆動回路や映像信号処理回路等を少なくとも備えて画像表示装置を構成することも可能である。

【0078】

【発明の効果】以上説明したように本発明のプラズマディスプレイパネルは、第1の電極及び誘電体ガラス層が配設されたフロントカバープレートと、第2の電極及び蛍光体層が配設されたバックプレートとが、前記誘電体ガラス層及び蛍光体層を対向させた状態で配され、前記フロントカバープレート及びバックプレートの間に隔壁で仕切られた放電空間が形成され、前記誘電体ガラス層上には、ダイヤモンド状カーボンから成る保護層が被覆されていることを特徴とする。

【0079】これによって、保護層の2次電子放出係数を向上させることで放電電圧を低下させ、かつ、パネル輝度の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る交流面放電型PDPの概略断面図

【図2】保護層を形成する際に用いるプラズマCVD装置の概略図

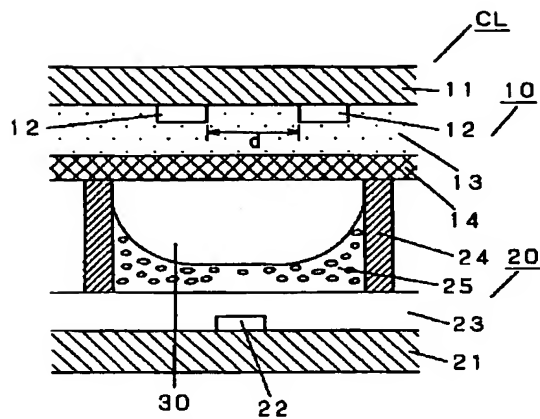
【図3】保護層を形成する際に用いるプラズマトーチCVD装置の概略図

【符号の説明】

- 10 前面パネル
- 11 前面ガラス基板（フロントカバープレート）
- 12 放電電極（表示電極）
- 13 誘電体ガラス層
- 14 ダイヤモンド状カーボン保護層
- 20 背面パネル
- 21 背面ガラス基板（バックプレート）
- 22 アドレス電極
- 23 誘電体ガラス層
- 24 隔壁
- 25 蛍光体
- 30 放電空間
- 40 プラズマCVD装置
- 41 水素ガスボンベ
- 42 気化器（メタン、エチレン、メタノールのいずれか一種）
- 44 添加剤用ガスボンベ（N₂、PH₃、BH₃のいずれか一種）
- 45 プラズマCVD装置本体
- 46 基板加熱ヒータ
- 47 誘電体ガラス層が形成されたガラス基板
- 48 高周波電源
- 49 排気装置
- 401 陰極
- 402 陽極
- 403 電源
- 404 直流アーク
- 405 原料ガス導入口
- 406 プラズマトーチ
- 407 ノズル
- 408 ガラス基板
- 409 誘電体ガラス

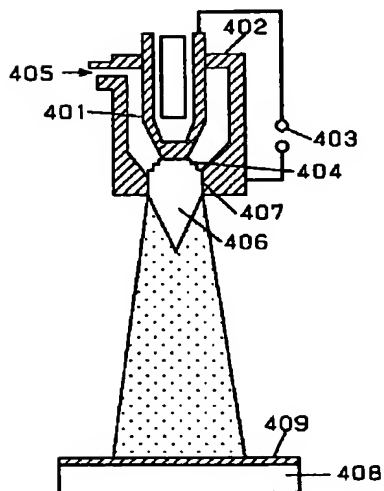
【図1】

14 ダイヤモンド状カーボン保護層

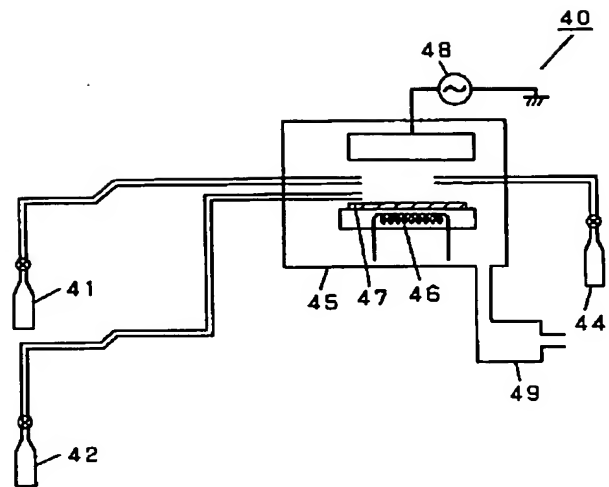


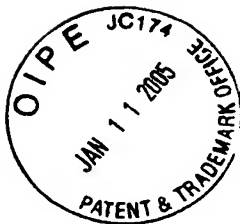
【図3】

- 401 陰極
- 402 陽極
- 403 電源
- 404 直流アーク
- 405 原料ガス導入口
- 406 プラズマトーチ
- 407 ノズル
- 408 ガラス基板
- 409 誘電体ガラス



【図2】





THIS PAGE BLANK (USPTO)